

2011年12月17日

平成23年度宇宙線研共同利用  
研究成果発表研究会

# エマルションチェンバーによる 高エネルギー宇宙線電子の観測

発表者：吉田健二（芝浦工大）

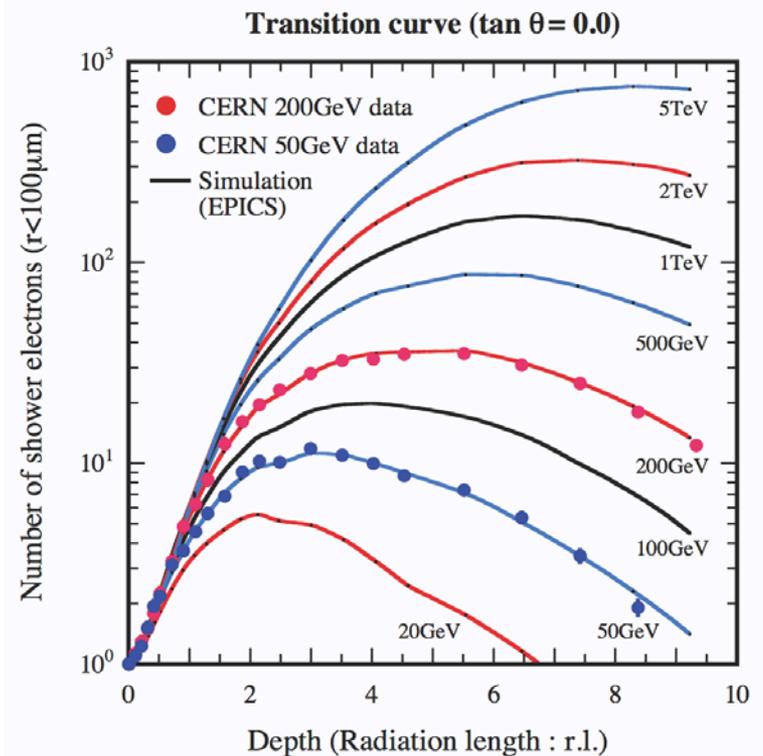
共同研究者：吉田健二（芝浦工大）、小林正（青学大）、  
古森良志子（神奈川保健福祉大）、大西宗博、小林孝英  
（東大宇宙線研）、西村純（東大）

# エマルションチェンバーによる気球観測

- + 高エネルギー宇宙線電子の観測
  - + 宇宙線加速機構の解明、近傍の宇宙線加速源の同定
  - + 14フライト(1968-2001)、 $S\Omega_e T = 8.19\text{m}^2\text{srd}\cdot\text{day}$
- + By-product
  - + 大気ガンマ線エネルギースペクトル
    - + 一次宇宙線陽子エネルギースペクトルの推定
    - + 大気電子エネルギースペクトルの解析計算
  - + LPM効果の検証

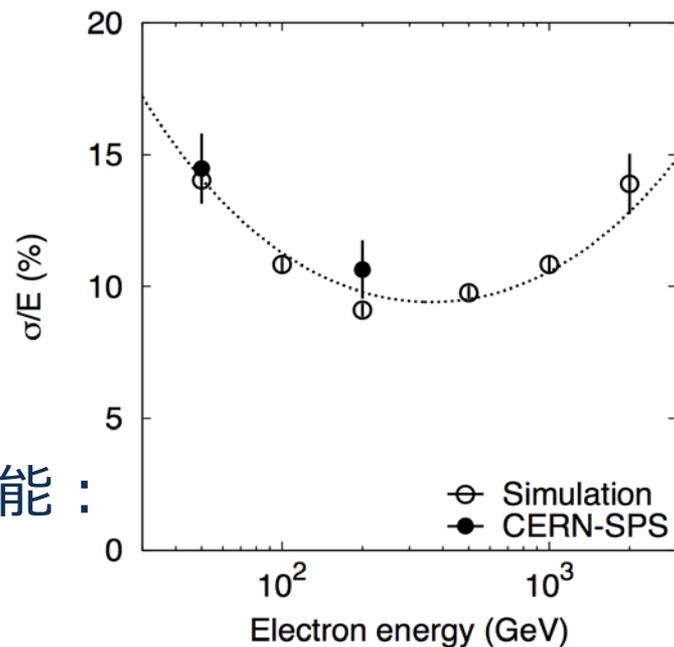
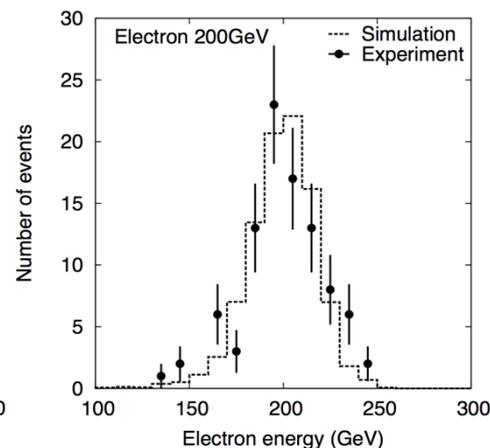
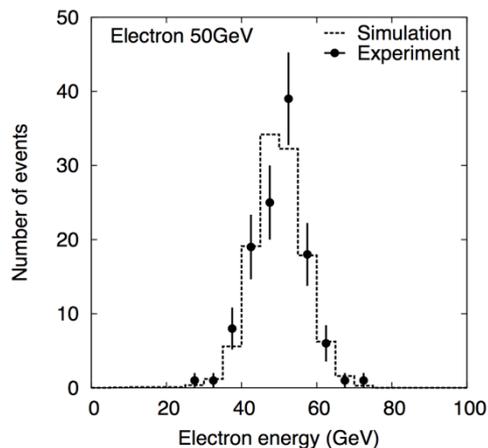


# ECCの電子エネルギー決定性能

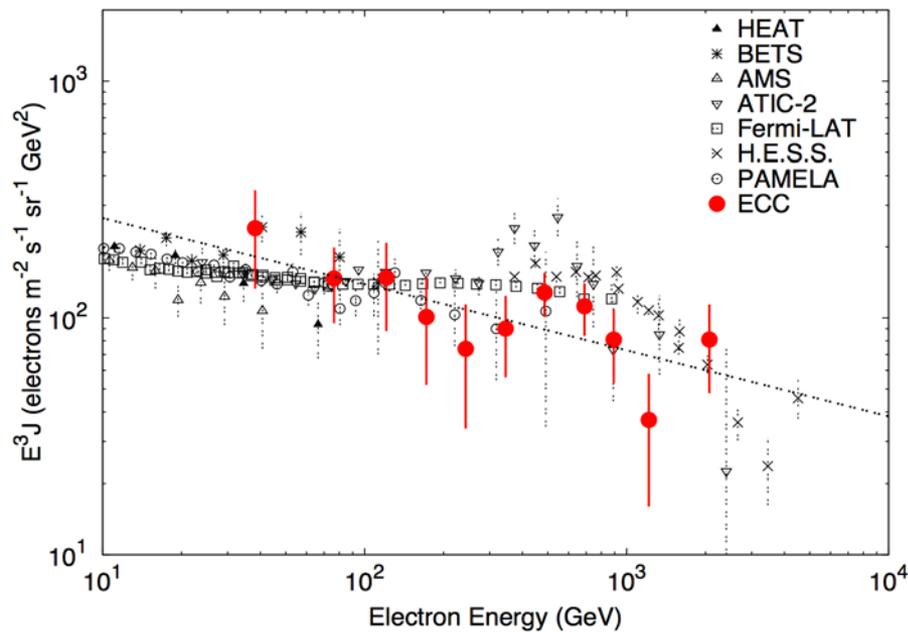


50GeV, 200GeV電子の遷移曲線

エネルギー分解能：  
10～15%



# ECC気球観測の全データによる宇宙線電子エネルギースペクトル

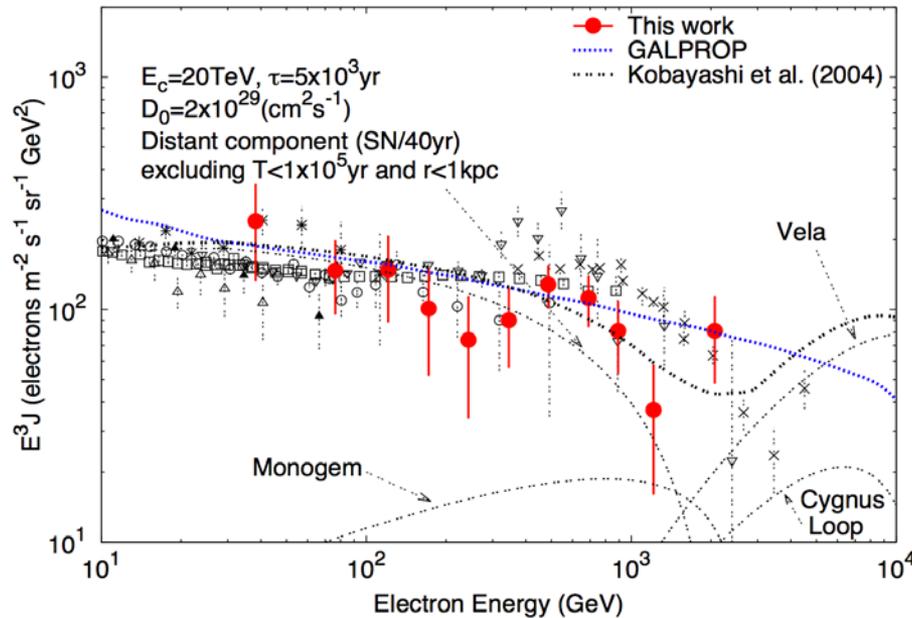


エマルションチェンバー  
(ECC) 電子観測：

- 30GeV – 3TeV
- 14フライト (1968-2001)
- $S\Omega T = 8.19m^2\text{-sr-day}$

$$J_e(E) = (1.39 \pm 0.23) \times 10^{-4} (E/100\text{GeV})^{-3.28 \pm 0.10} (m^{-2} s^{-1} sr^{-1} GeV^{-1})$$

# 宇宙線電子エネルギースペクトルのモデルとの比較



SNRs起源の電子スペクトルモデルとの比較

$W_e = 1 \times 10^{48} \text{ erg/SN}$   
 $\text{SN rate} = 1/40 \text{ yr}$

TeV電子スペクトル => 近傍の電子加速源  
 (<1kpc, <1x10<sup>5</sup>yr) が存在

# 今回の共同利用研究：解析の現状

- + 高エネルギー領域でのLPM効果の検証
  - + 2008年CERN-SPSでのECCビーム照射実験のデータ解析
  - + 乗鞍山頂でのECC照射実験（2000年）のデータ解析

CERN SPS-H4（2008年7月）



+ 査定金額：100千円

+ 用途：

+ 旅費：100千円

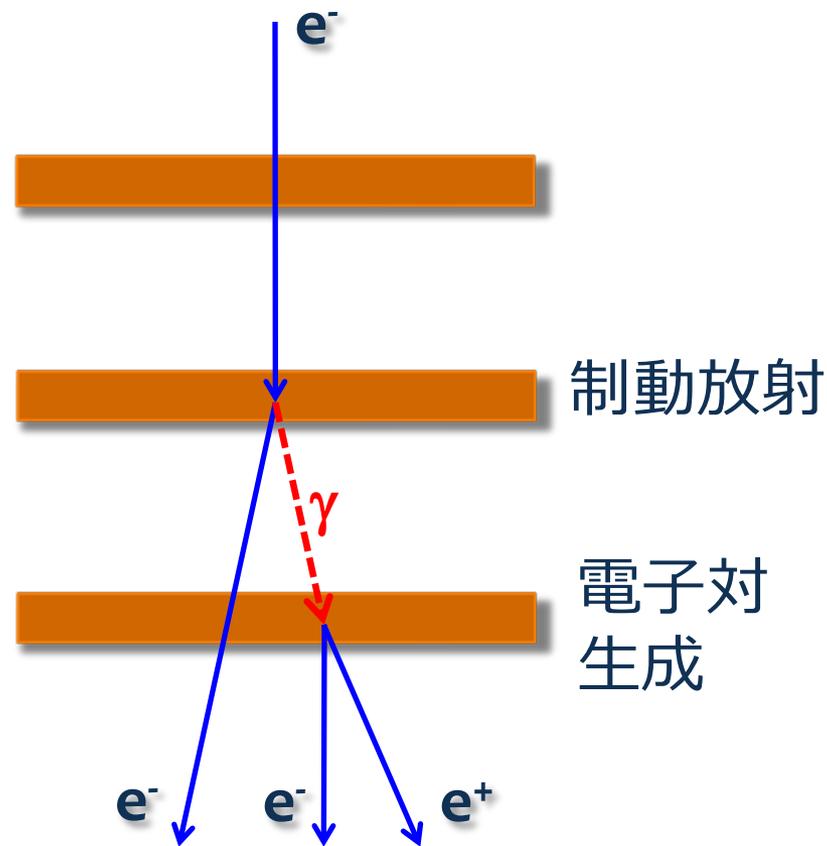
# ECC電子観測によるLPM効果の検証方法

ECCによる電子トラックの  
位置分解能： $1\mu\text{m}$ 以下



シャワー発生点の測定

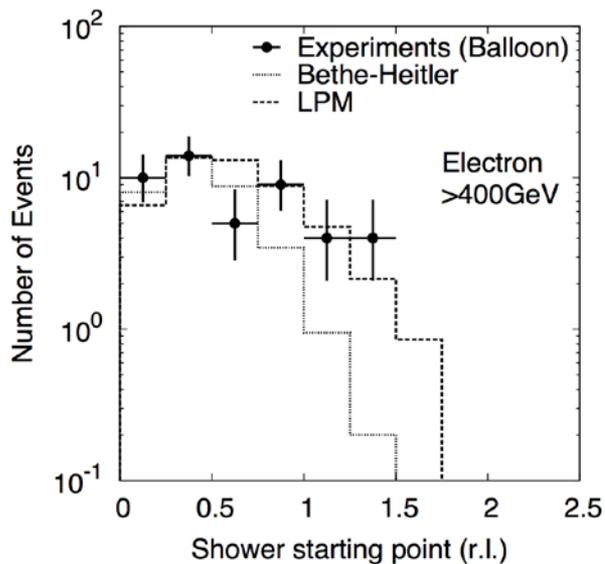
LPM効果：  
制動放射断面積の減少



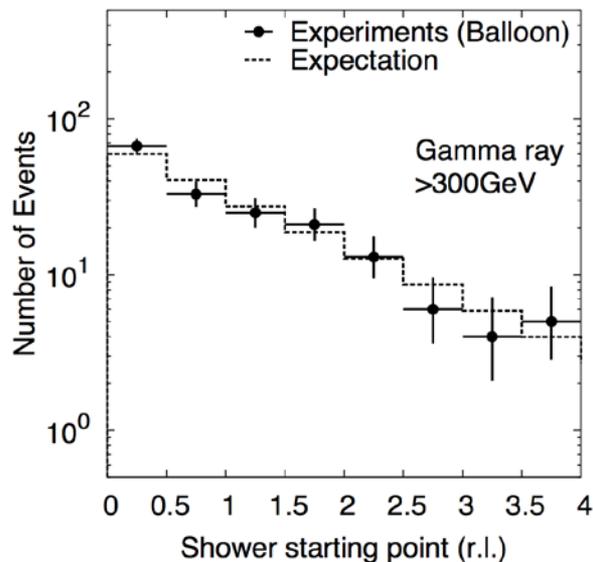
=> Bethe-Heitlerによる期待値よりも深いシャワー発生点

# ECC気球観測によるシャワー発生点分布

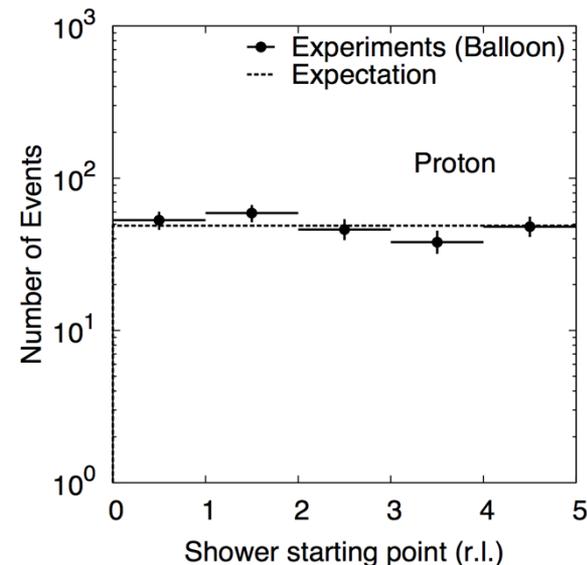
## 電子>400GeV



## ガンマ線>300GeV



## 陽子

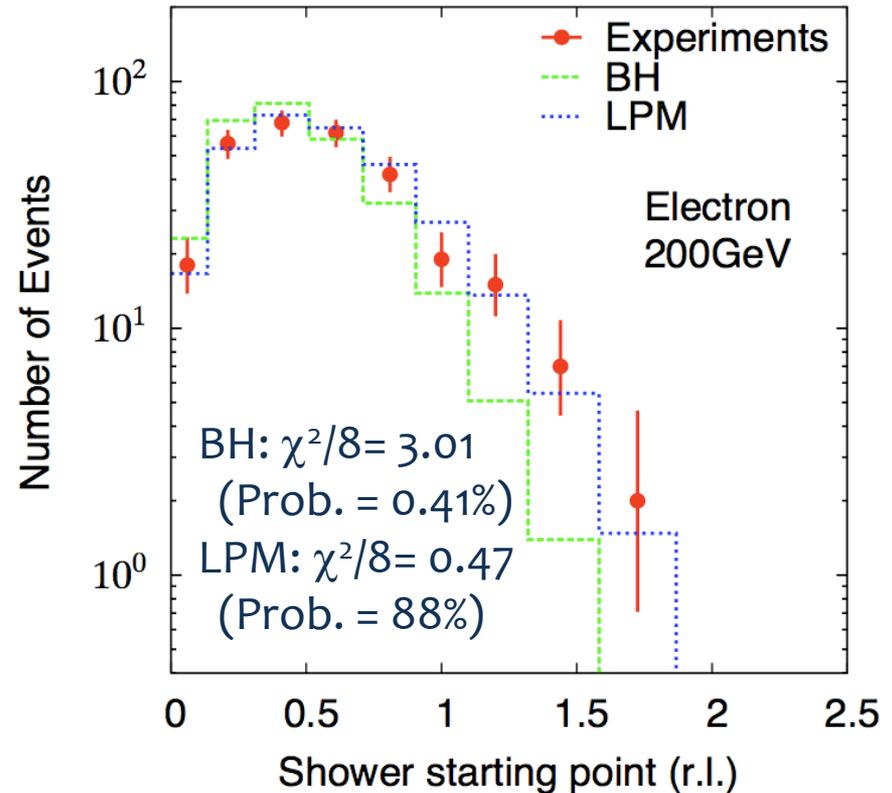
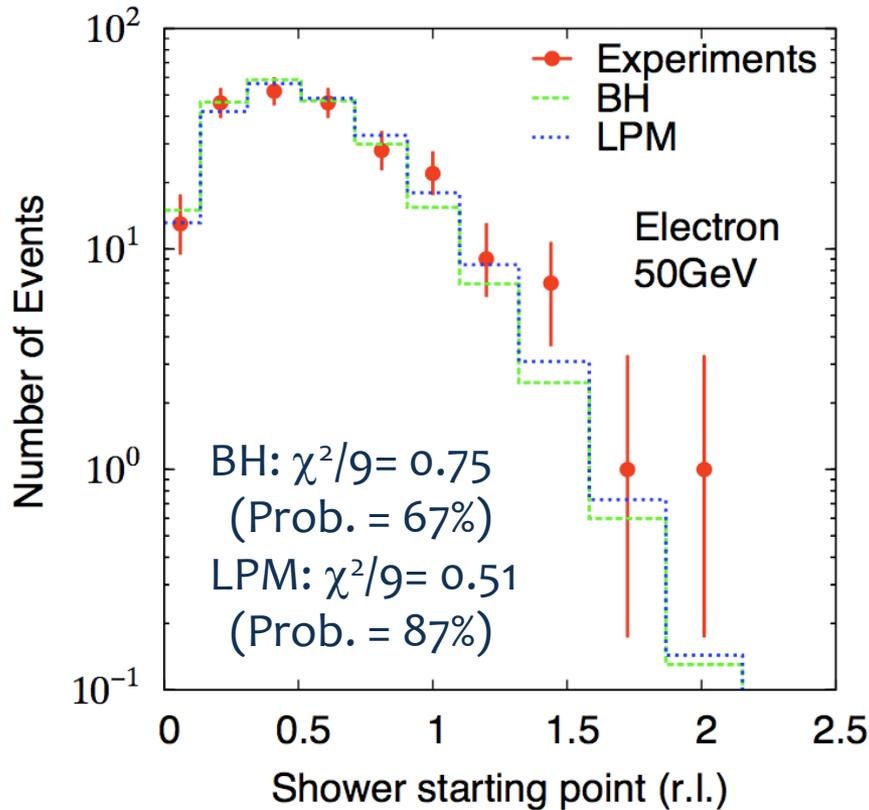


BH:  $\chi^2/5 = 2.34$  (Prob. = 4.2%)

LPM:  $\chi^2/5 = 1.59$  (Prob. = 25%)

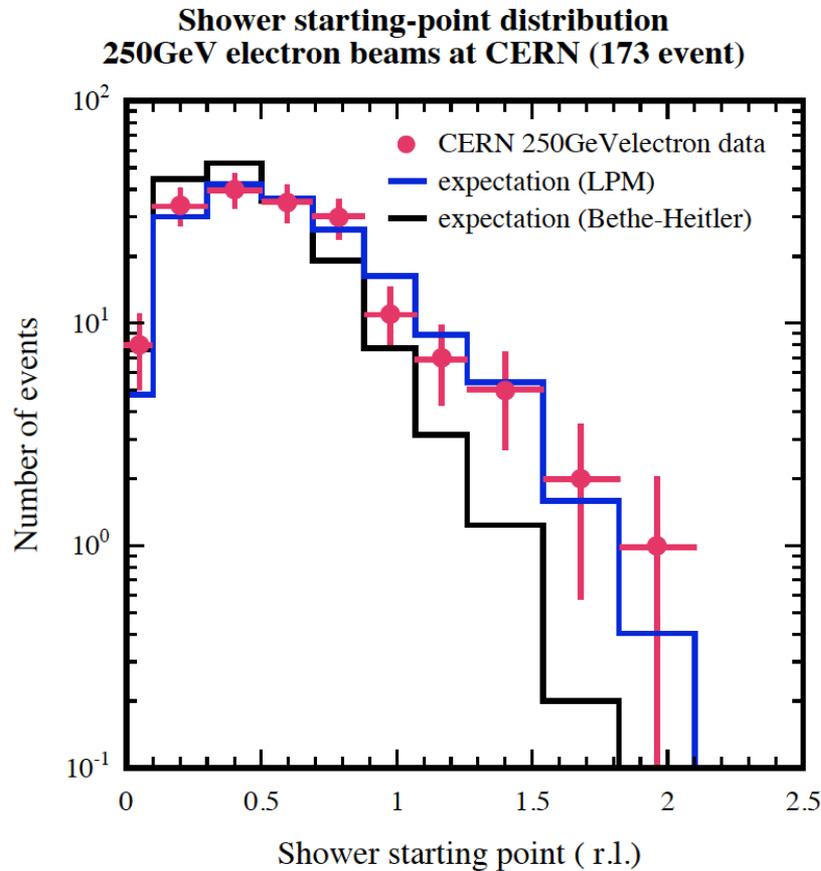
=> 電子制動放射の断面積：  
BHと一致せず、LPMと一致する傾向

# 加速器ビームテスト@CERN-SPS'04による LPM効果の検証 (e50GeV,e200GeV)



- e 50GeV : BHとLPMにほとんど差が無く、両者と一致
- e 200GeV : BHをreject、LPMと一致

# 加速器ビームテスト@CERN-SPS'08による LPM効果の検証（電子250GeV）：解析途中



BHと一致せず、  
LPMと一致

BH:  $\chi^2/9 = 2.11$  (Prob. = 2.7%)  
LPM:  $\chi^2/9 = 0.52$  (Prob. = 85%)

現在解析中で、イベント数増加の予定

# まとめ

- + ECCによる気球観測
  - + 全フライトデータを用いた宇宙線電子エネルギースペクトル ( $30\text{GeV} \sim 3\text{TeV}$ ) の導出
  - + 近傍の電子加速源 ( $<1\text{kpc}, 1 \times 10^5\text{yr}$ ) が存在
- + 高エネルギー領域でのLPM効果の検証に向けて、CERN-SPSでの電子 $250\text{GeV}$ ビーム実験データ、乗鞍山頂での観測データの解析中